programme d'études

SECONDAIRE

BIOLOGIE GÉNÉRALE
035-534

Québec

Niveau(x) d'enseignement: 4 Numéro EDUQ : 9870740
Centre d'intérêt: 844

Biologie générale, 035-534 / Direction générale des programmes, Direction de la formation générale. -- [Québec] : Ministère de l'éducation, c1988.
44 p. ; 28 cm. -- (Programme d'études / Ministère de l'éducation du Québec, Direction générale des programmes. Secondaire)

Code: 16-3151-01 ; 8889-0003.

ISBN 2-550-14188-1

Vedette(s)-secondaire(s): Québec (Province) Ministère de l'éducation. Direction de la formation générale

Descripteur(s): Programme d'enseignement * Biologie * Secondaire (Ordre d'enseignement)

Identificateur(s) de sujet: Biologie 534

Le document présente le programme d'études en biologie générale du cinquième secondaire. Il est destiné aux enseignants et constitue le programme officiel véhiculant les objectifs d'apprentissage qui doivent être atteints par les élèves. Le programme présenté prescrit un tronc commun pour tous les élèves. Ce programme poursuit l'exploration de phénomènes biologiques entreprise en première et troisième années du secondaire. Il permet d'intégrer les acquis antérieurs dans une étude des phénomènes biologiques axés autour d'un thème unificateur: "La vie: une question d'équilibre". Le document présente les trois modules du programme, puis une méthode d'évaluation qui distingue soigneusement l'évaluation formative de l'évaluation sommative.

Type de document: d

EDUQ
0870740

programme d'études

SECONDAIRE

BIOLOGIE GÉNÉRALE
035-534

Direction générale des programmes
Direction de la formation générale

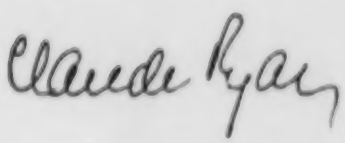
Approuvé par les Comités catholique et protestant
du Conseil supérieur de l'éducation
les 5, 6 février 1987 et 29 janvier 1988.

© Gouvernement du Québec
Ministère de l'Éducation, 1988

ISBN 2-550-14188-1

Dépôt légal — deuxième trimestre 1988
Bibliothèque nationale du Québec

Le présent programme d'études ***Biologie générale*** *pour le deuxième cycle du secondaire est édicté en conformité avec l'article 3 du Règlement sur le régime pédagogique du secondaire. Il a reçu l'approbation des comités confessionnels du Conseil supérieur de l'éducation, conformément aux dispositions du paragraphe e) de l'article 22 de la Loi sur le Conseil supérieur de l'éducation (L.R.Q. c. C-60). L'usage en est autorisé dans toutes les écoles à compter du 1er juillet 1988 pour les fins de l'enseignement de la biologie générale.*



Claude Ryan
Ministre de l'Éducation

Table des matières

AVANT-PROPOS 1

GUIDE PÉDAGOGIQUE 1

CLIENTÈLE VISÉE 1

RELATION AVEC LES AUTRES PROGRAMMES 1

BREF HISTORIQUE 1

ANALYSE DE BESOINS 2

PROBLÉMATIQUE 2

- Situation actuelle 2
- Situation désirée 3

BESOINS PRIORITAIRES 3

VALEURS 3

FONDEMENTS 4

- Fondements d'ordre philosophique 4
- Fondements d'ordre socio-culturel 4
- Fondements d'ordres épistémologique et didactique 5

APPROCHE PÉDAGOGIQUE 5

RÔLE DU MAÎTRE 6

OBJECTIF GLOBAL 7

BUTS 7

OBJECTIFS GÉNÉRAUX 7

OBJECTIFS TERMINAUX 7

OBJECTIFS INTERMÉDIAIRES 7

CONTENUS D'APPRENTISSAGE 7

SUJETS À EXPLORER 7

LA STRUCTURE DES CONTENUS D'APPRENTISSAGE 8

MODULE I: LA VIE 9

- Unité 1: La vie: une question d'organisation 9
- Unité 2: La vie: une question de continuité 13
- Unité 3: La vie: une question d'énergie 16
- Unité 4: La vie: une question d'adaptation 20

MODULE II: L'ÉQUILIBRE 23

- Unité 1: Équilibre d'un organisme 23
- Unité 2: Équilibre d'un écosystème 27

MODULE III: SUJETS D'EXPLORATION 32

MODULE INTÉGRATEUR: ATTITUDES ET HABILETÉS 35

L'ÉVALUATION 42
L'évaluation formative 42
L'évaluation sommative 42
L'APPROCHE PÉDAGOGIQUE SOUS-JACENTE AU PROGRAMME 42
L'APPROCHE ÉVALUATIVE 42
LES DOMAINES DE DÉVELOPPEMENT DE L'ADOLESCENT 43

Avant-propos

Ce programme de Biologie générale constitue le troisième volet permettant aux élèves du secondaire de découvrir des phénomènes biologiques.

Il s'adresse avant tout aux enseignants de biologie générale du secondaire. Ces derniers doivent le considérer comme le programme officiel véhiculant les objectifs d'apprentissage qui doivent être atteints par les élèves. Les directeurs des services éducatifs, les coordonnateurs de l'enseignement général et les conseillers pédagogiques en sciences sont également invités à utiliser le présent programme comme base de leurs activités dans le développement et le soutien de l'enseignement de la biologie générale.

Conçu par la Direction générale du développement pédagogique du ministère de l'Éducation du Québec en collaboration avec des enseignants du milieu scolaire, ce programme prescrit un tronc commun pour tous les élèves. Il appartient aux commissions scolaires de mettre en place une organisation pédagogique susceptible d'aider les élèves à atteindre les objectifs proposés et, s'il y a lieu, de prévoir l'enrichissement pour les élèves qui sont capables de dépasser ce tronc commun.

Guide pédagogique

Un guide pédagogique accompagne ce programme afin de favoriser la compréhension des intentions. Bien qu'indicatif, le guide précise le sens des objectifs et tente de fournir certaines stratégies d'enseignement. Il suggère également des activités d'apprentissage, des moyens d'évaluation, de même que des indications relatives au temps à allouer à chacune des parties. À ces indications méthodologiques s'ajoutent des références bibliographiques.

Clientèle visée

Le programme de Biologie générale s'adresse à tous les élèves de 4e ou 5e secondaire. Il est conçu de manière à répondre aux attentes d'un élève désireux de poursuivre des études à un niveau supérieur. Cependant, il convient aussi bien pour un élève qui veut tout simplement parfaire ses connaissances en regard de certaines réalités biologiques.

Relation avec les autres programmes

Le programme de Biologie générale poursuit l'exploration de phénomènes biologiques entreprise en 1re et 3e secondaire.

En écologie, l'élève s'est sensibilisé d'une part, aux relations qui existent entre les divers éléments de l'environnement et d'autre part, au rôle qu'il doit jouer au niveau de l'écosystème.

En biologie humaine, il s'est initié au fonctionnement du corps humain ainsi qu'aux principes de base à respecter pour en assurer un bon fonctionnement pour son propre bien et celui de la collectivité.

Le cours de Biologie générale offre maintenant l'occasion d'intégrer les acquis antérieurs dans l'étude de phénomènes biologiques axés autour du thème unificateur: « LA VIE: UNE QUESTION D'ÉQUILIBRE ». L'élève devrait découvrir des principes relatifs à la vie et à l'équilibre de la nature. Il devrait se sensibiliser graduellement à la notion de qualité de vie.

À cause de la méthode de travail, des attitudes et des habiletés tant intellectuelles que techniques dont ce cours de Biologie générale favorise le développement chez les élèves, à cause aussi des connaissances qu'il permettra à ces derniers de construire, les élèves qui le suivront se donneront de bonnes assises pour construire, au collégial, les contenus prescrits par les cours de biologie obligatoires ou facultatifs, notamment ceux des cours Biologie 301 et 401.

Bref historique

En 1977, le ministère de l'Éducation a mené auprès de nombreux agents d'éducation une enquête révélant que les programmes-cadres répondaient de moins en moins aux besoins du milieu scolaire. Nous souhaitions des programmes plus précis spécifiant au moyen d'objectifs des contenus d'apprentissage.

La consultation qui a suivi le lancement du *Livre Vert*[1] (1978) corroborant ces besoins identifiés récemment, le ministère de l'Éducation a entrepris une vaste opération de révision des programmes d'études. En 1979, il a publié un *Plan d'action*[2] redéfinissant les objectifs

1 Gouvernement du Québec, Ministère de l'Éducation, *Livre vert, L'enseignement primaire et secondaire au Québec*, 1978.

2 Gouvernement du Québec, Ministère de l'Éducation, *L'École québécoise, Énoncé de politique et plan d'action*, 1979.

de l'école québécoise et proposant des moyens pour redresser certaines situations dans le monde scolaire.

Le *Plan d'action* du ministère de l'Éducation détermine, entre autres, pour chacune des années du secondaire, des programmes à enseigner obligatoirement ou à offrir à titre facultatif. Il accorde ainsi un statut facultatif à l'enseignement de la biologie en 4e ou 5e secondaire.

C'est ce nouveau cours de Biologie générale qui pourra être offert au second cycle du secondaire. Il tente de respecter les orientations de *L'École québécoise*[2] et de répondre adéquatement aux attentes des personnes qui doivent aider les élèves à en atteindre les objectifs proposés. Il essaie également de répondre aux besoins des élèves eux-mêmes, compte tenu des orientations nouvelles de l'enseignement des sciences.

Analyse de besoins

La détermination des orientations et des contenus d'apprentissage d'un programme se fait habituellement au moyen d'une analyse formelle de besoins. En ce qui concerne l'enseignement de la biologie au second cycle du secondaire, un questionnaire inventaire de besoins[1] fut administré en 1979 auprès de tous les enseignants de biologie, des conseillers pédagogiques ou répondants en biologie et des chefs de groupe de toutes les régions administratives du Québec. Une telle étude fut menée dans le but d'obtenir des indications sur les orientations et le contenu d'un cours de biologie de deuxième cycle dans le cadre d'un nouveau régime pédagogique.

À la fin de 1977 jusqu'en décembre 1978, un groupe d'experts a réalisé, à la demande de la Direction des programmes du secondaire, un *Projet d'orientation de l'enseignement scientifique*[2]. Ce dernier fut élaboré dans l'optique de fournir des balises à la préparation du *Plan d'action*[3] et aussi d'inspirer la révision des programmes d'études qui s'amorçait.

Cette étude, de même que le mémoire[4] déposé par l'Association des professeurs de sciences du Québec sur le *Livre vert*[5] et le rapport[6] du Conseil des sciences du Canada relativement à l'enseignement des sciences au cours de la période s'étendant de 1980 à 1984 ont aussi guidé les auteurs dans leur tâche de précision des orientations et des contenus d'un cours de biologie de deuxième cycle.

Problématique

Situation actuelle

La compilation des réponses du questionnaire inventaire de besoins a démontré que la majorité des enseignants étaient relativement satisfaits du cours Biologie 422 (code: 037422). Les élèves semblaient heureux et les apprentissages favorisaient la poursuite de leurs études ultérieures en biologie. Il importait cependant d'en réduire le contenu d'apprentissage, étant donné le temps moindre alloué pour l'enseignement de cette discipline dans le cadre du nouveau régime.

Les personnes et les études consultées dénonçaient aussi que le cours 037422 s'inspirait de Biology Sciences Curriculum Study (BSCS), une méthode pré-universitaire américaine destinée à augmenter largement et rapidement le contingent de scientifiques, ne répondait plus à l'objectif d'assurer une formation scientifique de base à tous les élèves désireux de se donner une formation en biologie. Bien qu'excellent, BSCS s'adressait à une certaine élite et faisait référence à la réalité américaine. Son succès reposait aussi sur le respect rigoureux de sa méthodologie qui consistait à faire vivre aux élèves le processus qui a conduit à l'édification de certaines lois et théories.

L'enseignement des sciences fut et est toujours objet de nombreuses critiques. De nombreuses analyses ont été conduites. Qu'on se rappelle notamment le Rapport Evalensci[7], l'étude du

---

1 Ministère de l'Éducation, Direction générale du développement pédagogique, *Questionnaire, Inventaire de besoins: première étape de révision du cours de Biologie (2e bloc) au deuxième cycle du niveau secondaire*, (code 16-3138-02), Québec, septembre 1979.

2 Gouvernement du Québec, Ministère de l'Éducation, *Projet d'orientation de l'éducation scientifique au niveau secondaire au Québec, Phase 1, Document de travail*, octobre 1978; *Phase 2, Document de travail*, décembre 1978.

3 Gouvernement du Québec, Op. cit.

4 Association des professeurs de sciences du Québec, *Mémoire sur le Livre vert de l'enseignement primaire et secondaire au Québec*, mai 1978.

5 Gouvernement du Québec, Op. cit.

6 Conseil des sciences du Canada, *A l'école des sciences, La jeunesse canadienne face à son avenir*, Rapport 36, Centre d'édition du gouvernement du Canada, Hull, 1984.

7 Sainte-Marie, Louis, Coll., *Évaluation de l'enseignement des sciences au secondaire* (ÉVALENSCI), Rapport d'étape, 1976.

groupe ASOPE[1], l'analyse des taux d'échec aux examens uniformes du ministère de l'Éducation, le projet d'orientation de l'éducation scientifique de la Direction générale du développement pédagogique[2], le volume École + Science = Échec[3] et le récent rapport du Conseil des sciences du Canada[4]. L'ensemble de ces études démontre entre autre que nos programmes de sciences n'ont pas atteint de façon satisfaisante les objectifs qui leur furent assignés.

On interroge la nature de la représentation scientifique produite et véhiculée dans les programmes de sciences, représentation qui s'avère inexacte. Il semble que les élèves n'ont pas structuré de façon satisfaisante des concepts intégrateurs, ne se sont pas familiarisés avec la démarche expérimentale, n'ont pas développé d'attitude scientifique, n'ont pas acquis, en somme, une véritable culture scientifique.

Situation désirée

Considérant que la majorité des commissions scolaires alloueraient environ cent (100) heures/année pour l'enseignement de la biologie au second cycle du secondaire, les agents d'éducation consultés souhaitaient que le nouveau cours prescrive un contenu notionnel moins dense que celui du cours Biologie 422 afin de favoriser la prise en compte de certaines dimensions de développement telles des habiletés et des attitudes. Un cours prescrivant un ensemble de connaissances très dense risquait, disait-on, d'inciter les maîtres à utiliser des stratégies d'enseignement axées sur la mémorisation de connaissances au détriment d'une compréhension de phénomènes et du développement d'une méthode de travail, d'attitudes et d'habiletés qui s'avèrent utiles aux élèves toute leur vie.

Les auteurs considéraient, pour leur part, important que ce nouveau cours fasse sa petite part pour changer progressivement la représentation de la science qui domine dans notre société, le scientisme, et pour permettre aux jeunes de saisir la signification historique et sociale de la science.

Ce programme devait aussi s'inscrire dans la poursuite des programmes d'Écologie (039114) et de Biologie humaine (035314) et permettre aux élèves d'appliquer une méthode de découverte et d'investigation pour connaître des faits biologiques et explorer des applications scientifiques et technologiques de ces derniers. Sans négliger un contenu scientifique que l'élève doit découvrir, ce nouveau cours devrait mettre l'accent sur la relation science — technologie — société, sur le développement d'attitudes et d'intérêts reliés aux sciences et sur la découverte de caractéristiques et des limites de la science.

En résumé, on souhaitait qu'il permette aux élèves de découvrir certains faits et phénomènes biologiques, en se familiarisant graduellement avec la démarche propre à cette découverte, en prenant conscience de l'impact social de ces découvertes et du développement correspondant de certaines techniques et en saisissant les efforts des humains au cours des siècles pour maîtriser ces faits et phénomènes.

Besoins prioritaires

De l'analyse des réponses au questionnaire inventaire de besoins et des mémoires, études et rapports déjà cités se dégage la pertinence d'une révision majeure du programme de biologie pour le second cycle du secondaire. Ce nouveau programme, qui remplace celui de Biologie 422, repose sur la nécessité d'aider les élèves à se donner un minimum de culture biologique. Il devrait ainsi permettre aux élèves:

— de construire des connaissances;

— d'améliorer certains outils intellectuels;

— de saisir l'inscription sociale de la science;

— de prendre conscience de la signification historique de la science.

Valeurs

Les mêmes études ont permis d'identifier un certain nombre de valeurs traduisant des aspirations qu'on privilégie pour les jeunes qui auront le goût de découvrir des phénomènes biologiques en 4e ou 5e secondaire. Il s'agit de valeurs telles:

— l'autonomie intellectuelle de la personne;

— la préparation à s'intégrer dans une société scientifique et technologique;

— l'épanouissement d'un citoyen éclairé et engagé.

---

1 Bélanger, P.W. et Rocher, G., *Aspirations scolaires et professionnelles des étudiants*, Communication présentée à Québec dans le cadre du Congrès des sociétés savantes, 23/5 au 5/6, 1976.

2 Ministère de l'Éducation, Op. cit.

3 Désautels, Jacques, *École + Science = Échec*, Québec Science Éditeur, Québec, 1980.

4 Conseil des sciences du Canada, Op. cit.

En privilégiant ces valeurs, ce nouveau programme de Biologie générale s'inscrit, par des moyens qui lui sont propres, dans le sens de celles que détermine *L'École québécoise*[1], à savoir:

- le sens du travail méthodique, patient, ordonné et rigoureux qui caractérise, depuis toujours, l'effort intellectuel;[2]
- un jugement critique sur l'Homme et la société qui devient de plus en plus nécessaire dans une société où coexistent tant de courants d'idées;[2]
- une recherche constante de la vérité, garantie d'honnêteté intellectuelle et d'authenticité;[3]
- l'aptitude à communiquer son expérience, sans négliger ou sous-estimer l'univers des émotions et des sentiments personnels;[3]
- le respect de la vie, garantie indispensable de l'épanouissement humain;[4]
- le respect du milieu et de l'environnement, condition nécessaire à l'identification d'un monde plus humain;[4]
- le sens de l'effort et de la discipline personnelle, exigence indispensable qui doit s'exprimer dans des actions concrètes.[4]

Fondements

Dans le passé, les programmes de sciences mettaient particulièrement l'accent sur des connaissances à acquérir et sur l'assimilation d'une méthode d'investigation scientifique allant dans le sens de processus qui ont conduit à l'édification de lois et de théories. Les études déjà mentionnées nous amènent à reconsidérer la façon d'enseigner les sciences en général et la biologie en particulier, afin que ce soit plus formateur pour les jeunes et que l'on améliore ainsi leur culture scientifique et leur qualité de vie.

Les fondements de ce nouveau programme s'appuient donc sur des données récentes de la didactique des sciences de la nature et sont de quatre ordres.

Fondements d'ordre philosophique

Tous les élèves du secondaire ne deviendront pas des scientifiques. Il existe cependant au sein de la population un désir et un besoin grandissant de culture scientifique, ne serait-ce que pour éviter de perdre pied dans un monde de plus en plus imprégné par la science et la technologie. Le cours de Biologie générale ne peut plus présenter qu'une image descriptive des sciences biologiques.

Il est important de choisir des situations éducatives qui fassent réfléchir les jeunes sur les conséquences personnelles et sociales d'une plus grande prise en charge du citoyen par la science et la technologie. À titre d'exemple, les jeunes peuvent s'interroger sur les grandes questions soulevées par les possibilités nouvelles du génie génétique ou sur de grandes problématiques que pose le développement des sciences et des technologies telles celles de surpopulation, de contrôle des naissances et d'eugénisme. Il importe également que l'individu récupère son autonomie face à certains phénomènes biologiques, qu'il se découvre en tant qu'être vivant provisoire et en évolution, qu'il apprenne à accepter ses limites biologiques.

En s'intéressant à de grandes questions existentielles telles: « D'où venons-nous? », « Qui sommes-nous? », « Où allons-nous? », le jeune prendra conscience graduellement que la science se manifeste par un effort sans cesse renouvelé dans le sens de la recherche de modèles susceptibles de mieux expliquer certains phénomènes. La science témoigne de la volonté de l'Homme d'appréhender la réalité à l'aide de représentations, de modèles pour mieux la comprendre et agir sur elle. Ainsi considérée, la science devient un outil de développement de l'autonomie de la personne.

Fondements d'ordre socio-culturel

Principalement par son activité technologique, la biologie a un rôle social. Elle est loin d'être neutre comme plusieurs le prétendent. Elle contribue à déterminer le modèle de société dans lequel nous vivons. Il est important d'assurer à chaque élève un minimum de culture en biologie pour lui permettre au moins de saisir quelques problèmes cruciaux auxquels aura à faire face notre civilisation, de développer une conscience sociale et de se préparer à jouer un rôle efficace et éclairé car l'élève est aussi responsable en tant que citoyen.

L'enseignement de la biologie doit alors plonger ses racines dans l'environnement physique et

1 Gouvernement du Québec, Op. cit.
2 Gouvernement du Québec, Op. cit., p. 27.
3 Gouvernement du Québec, Op. cit., p. 27.
4 Gouvernement du Québec, Op. cit., p. 28.

culturel immédiat des élèves. Il contribuera ainsi à aider les jeunes à lire la réalité dans laquelle ils évoluent et à favoriser un intérêt authentique pour cette science afin que se développe au Québec un réservoir de scientifiques qualifiés et engagés socialement.

Fondements d'ordres épistémologique et didactique

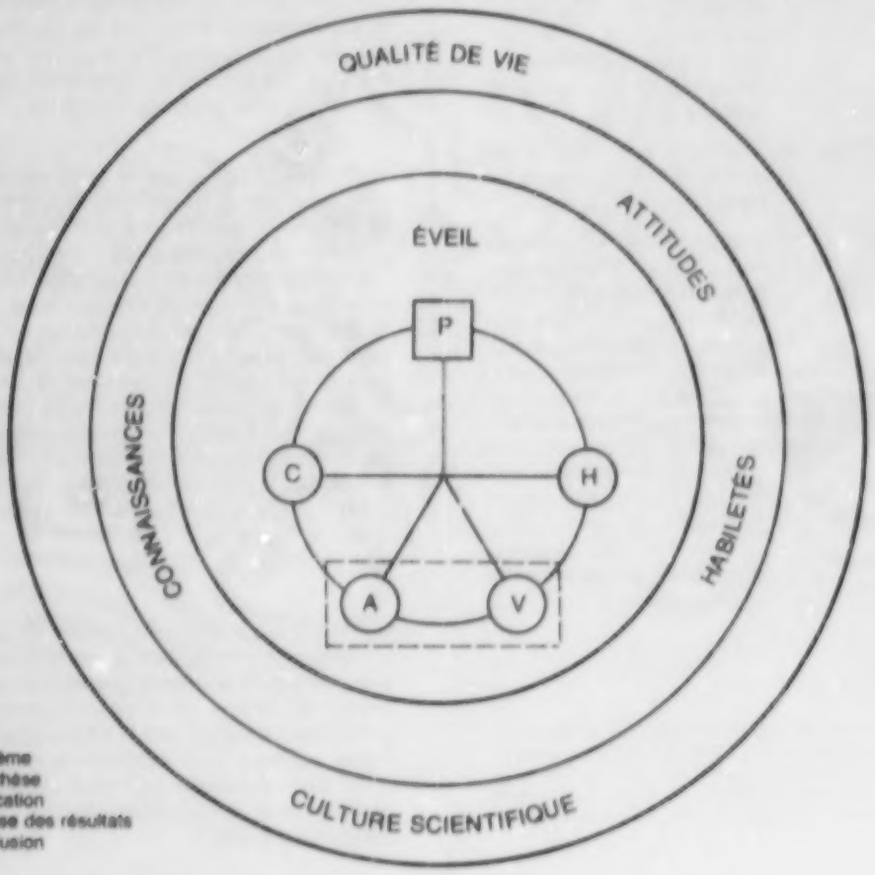
La progression de la formation scientifique des jeunes doit respecter l'état de préparation de ces derniers. Il importe alors de s'adapter à cet état en ajustant nos modes d'intervention à leur stade de développement selon l'épistémologie génétique et en tenant compte le mieux possible de leurs acquis antérieurs (de leurs représentations pré-scientifiques) et de leurs intérêts.

On se rappellera qu'il n'y a pas de changement conceptuel sans qu'il y ait « déséquilibre cognitif » — remise en question des visions pré-scientifiques — et que ce déséquilibre n'est efficace que si l'élève y trouve une signification, c'est-à-dire que s'il constitue pour lui un problème qui l'intéresse. Ce changement ne peut s'effectuer qu'à long terme suite à de nombreux essais et erreurs.

L'organisation de la formation en biologie doit alors permettre à l'élève de participer activement à sa démarche de connaissance en utilisant un processus de résolution de problèmes qu'il élabore lui-même plutôt que d'être un consommateur passif de connaissances. Le secondaire n'est pas une période de spécialisation. L'élève, à partir de ses acquis, a le potentiel pour construire de façon personnelle et avec l'aide de son enseignant des connaissances sur certains faits et phénomènes biologiques.

Approche pédagogique

Considérant les orientations que véhicule le présent programme et les fondements sur lesquels il repose, notamment la démarche d'apprentissage qu'il sous-tend, à savoir un mode d'apprentissage par l'action ou par l'expérience, ce programme privilégie une approche scientifique qui s'apparente à une approche de résolution de problèmes. Le tableau qui suit résume de façon schématique cette approche pédagogique.



Légende:
P = Problème
H = Hypothèse
V = Vérification
A = Analyse des résultats
C = Conclusion

L'application de l'approche dont il est question permettra à l'élève de continuer à s'initier à une méthode scientifique de travail et non pas à la MÉTHODE qui conduit de coup de l'ignorance à la vérité. Elle est en quelque sorte un moyen pour trouver des réponses valables aux problèmes qui l'intéresse. Cette dernière comporte un certain nombre d'étapes-repères présentées souvent de façon séquentielle[1] et qui ont fait l'objet de nombreuses descriptions. Celle qui prévaut habituellement peut être décrite de la façon suivante (*cf.* schéma page précédente):

— ÉVEIL: À partir de son expérience passée et présente, de ses acquis, des émotions et sentiments qu'il éprouve, l'élève a construit et continue de construire de l'information sur des faits ou phénomènes biologiques par l'exploration sensorielle, par des expériences qu'il réalise, des lectures qu'il fait, des personnes qu'il rencontre, etc.

— PROBLÈME: Il en arrive à se poser une ou des questions (« déséquilibre cognitif » par rapport à ce qu'il sait) qu'il devra définir le plus précisément possible.

— HYPOTHÈSES: Il formule ensuite une ou plusieurs solutions au problème qui l'intéresse.

— VÉRIFICATION: Il vérifie ensuite la valeur de l'hypothèse ou des hypothèses en construisant un ou des dispositif(s) de vérification expérimentale ou en observant (moyens que privilégie ce programme), en effectuant une recherche livresque ou une enquête, en interviewant des experts, etc. Il sait cependant que l'expérimentation ne constitue pas toujours la vérification définitive de ses hypothèses.

— ANALYSE DES RÉSULTATS: Il traite les données obtenues en fonction de l'hypothèse.

— CONCLUSION: Il porte un jugement sur la valeur de son hypothèse. Elle est confirmée ou non. Dans un cas ou l'autre, il a appris. Il se posera d'autres questions ou énoncera de nouvelles hypothèses.

Comme ce programme demande parfois à l'élève, désireux de mieux connaître et comprendre certains phénomènes, d'utiliser des notions relatives à la mathématique, à la langue, à l'histoire, à la physique, à la chimie, etc., il se prête bien encore à une approche interdisciplinaire.

Rôle du maître

L'apprentissage étant défini comme un processus actif, il appartient alors à l'enseignant d'accompagner ses élèves dans leur démarche d'apprentissage. Il choisira les situations éducatives les plus propices à activer la pensée créatrice, la pensée conceptuelle, la pensée évaluative et la pensée implicative.

Il restera conscient que la représentation qu'il a de la science oriente la pédagogie qu'il met en oeuvre et que l'image qu'il projette est la première image concrète que l'élève se fait de l'activité scientifique. Il retiendra une bonne variété de stratégies d'enseignement de façon à favoriser l'éveil de ses élèves, à permettre l'interaction dynamique de ces derniers avec l'environnement et à provoquer des situations problématiques pour leur permettre des apprentissages significatifs. Il proposera ensuite divers moyens pour les aider à cueillir de l'information et pour traiter cette information. Il soutiendra enfin la rétroaction. Il voit donc à la planification, à la réalisation et à l'évaluation des activités de ses élèves.

Comme il s'agit d'un programme de sciences, l'enseignant privilégiera la recherche expérimentale autant qu'il sera possible de le faire. Il créera au moins un milieu d'apprentissage propice au développement d'habiletés et d'attitudes relatives à la méthode scientifique en étant bien conscient que cette dernière n'est pas confinée à l'application d'un protocole expérimental défini.

1 Comme pour le développement de la science, ce cheminement n'est pas toujours linéaire, continu, cumulatif, sans échec et erreur, d'autant plus que l'activité intellectuelle des jeunes concernés ne va pas dans le sens des exigences rationnelles de la démarche de la pensée scientifique.

Objectif global

Ce programme de Biologie générale s'articulant autour du thème unificateur

« La vie: une question d'équilibre »

a pour objet d'études les structures et les mécanismes de base qui assurent le maintien de la vie.

Il vise à amener l'élève de quatrième ou de cinquième secondaire à contribuer de façon efficace à sa formation scientifique au moyen de l'étude de faits biologiques et de leurs incidences sur la société.

Buts

Le rôle du programme en regard de cet objectif global est de privilégier des contenus de formation dans une approche susceptible d'aider les élèves à améliorer leur propre culture scientifique en:

— construisant des connaissances relatives à des faits biologiques;

— découvrant comment elles ont évolué (progrès, arrêts, erreurs, reculs, ruptures) au cours de l'histoire;

— découvrant les interrelations entre elles, la technologie et la société;

— perfectionnant leurs modes de raisonnement et leurs méthodes de travail.

Objectifs généraux

Les objectifs généraux sont élaborés de façon à véhiculer, séquentiellement toutefois, l'approche pédagogique privilégiée par ce programme. Comme pour la démarche expérimentale, il est naïf de représenter de façon aussi séquentielle et même mécaniste l'approche pédagogique qui s'appliquera de façon systémique.

À la fin de ce cours, tel que le souhaitent les études déjà mentionnées, l'élève devrait avoir structuré des concepts plus intégrateurs à partir d'un certain nombre de savoirs factuels qu'il aura construits. Il aura fait aussi des acquis qui lui auront permis de continuer à apprivoiser la méthode scientifique, à développer une attitude scientifique, à améliorer, en somme, sa culture scientifique.

Objectifs terminaux

Les objectifs terminaux qui spécifient les objectifs généraux du programme véhiculent, pour leur part, un souci d'aider les élèves à perfectionner certaines habiletés et attitudes intellectuelles associées à la méthode scientifique. Ils sont formulés notamment de façon à ce qu'ils appliquent réellement, toutes les fois que c'est possible, une démarche expérimentale.

Chaque unité du programme véhicule un objectif terminal d'unité. En regard de chacun d'eux, un certain nombre d'objectifs terminaux susceptibles d'en assurer l'atteinte sont précisés. *Seuls ces objectifs terminaux ont un caractère obligatoire.*

Les objectifs terminaux du programme sont présentés selon un cheminement conceptuel particulier. Ils peuvent cependant être ordonnés en séquences d'enseignement variées.

Objectifs intermédiaires

En regard de chaque objectif terminal, des objectifs intermédiaires sont précisés. Ils sont aussi présentés selon un certain ordre, bien que, nous en sommes conscients, la méthode scientifique peut être appliquée de façon différente d'un individu à l'autre.

Ces objectifs intermédiaires ont un caractère indicatif, non obligatoire, de façon à laisser place aux initiatives personnelles et à la façon d'apprendre propre à chaque individu. Chaque groupe d'objectifs intermédiaires doit être considéré comme un cheminement intéressant à exploiter pour aider les élèves à atteindre les objectifs terminaux.

Contenus d'apprentissage

Vis-à-vis certains objectifs intermédiaires apparaît un contenu d'apprentissage. Il doit être considéré comme un ensemble d'informations précisant l'objectif intermédiaire. Il est fourni pour aider l'enseignant à orienter son action éducative. Comme pour les objectifs intermédiaires, ce contenu a un caractère indicatif, non obligatoire.

Sujets à explorer

Le présent programme de Biologie générale préconise, pour chacun des élèves, l'exploration d'au moins deux sujets plus ou moins

d'actualité. L'un de ces sujets devra avoir un rapport avec les faits véhiculés dans le premier module et l'autre avec ceux traités dans le second module. Le chapitre CONTENUS D'APPRENTISSAGE fournit des indications à cet effet. Cette dimension du programme vise à permettre aux jeunes de se sensibiliser à des problèmes contemporains, autant que possible, à partir de leurs acquis et aussi à élargir leurs horizons culturels.

L'enseignant proposera à ses élèves d'explorer avec un minimum d'objectivité et de rigueur un fait ou un phénomène ayant une incidence biologique, ce qui leur permettra:

— d'aller plus loin au niveau d'un aspect de la discipline;

— de découvrir des aspects technologiques relatifs à la biologie;

— d'examiner des répercussions sociales pouvant résulter de l'utilisation des sciences biologiques;

— de retracer l'évolution des connaissances dans le domaine relatif au sujet étudié.

L'exploration des sujets s'appuie sur les mêmes fondements, valeurs et approche pédagogique déjà identifiés. Il doivent être nombreux et diversifiés de façon à favoriser un travail d'équipe et une bonne couverture de l'actualité biologique.

On pourra explorer l'un ou l'autre sujet concurremment à l'étude d'un module, à la fin ou encore au début comme amorce. Chaque sujet exploré peut cependant faire l'objet, à la fin, d'un exposé, d'une démonstration, etc., contribuant ainsi à aider les élèves à maîtriser certains éléments de l'art de la communication. L'enseignant trouvera à la fin de chacune des unités du guide une liste de sujets possibles à explorer.

La structure des contenus d'apprentissage

Les contenus d'apprentissage de ce programme de Biologie générale sont véhiculés à travers deux modules: « LA VIE » et « L'ÉQUILIBRE ».

MODULE I — LA VIE

Unité 1: La vie: une question d'organisation
Unité 2: La vie: une question de continuité.
Unité 3: La vie: une question d'énergie.
Unité 4: La vie: une question d'adaptation.

MODULE II — L'ÉQUILIBRE

Unité 1: Équilibre d'un organisme
Unité 2: Équilibre d'un écosystème

MODULE III — SUJETS D'EXPLORATION

MODULE INTÉGRATEUR — ATTITUDES ET HABILETÉS

Ces contenus, qui devraient être construits de façon indissociable, se présentent comme suit:

— des savoirs notionnels qui tendent vers des concepts plus intégrateurs;

— des savoir-faire intellectuels associés à la méthode scientifique;

— des habiletés;

— des attitudes.

Module I

La vie

Objectif général:

Par la découverte de certaines caractéristiques propres au vivant, l'élève structurera graduellement le concept « vie » pour que, suite à l'exploration de certains faits relatifs à cette dernière, il puisse porter un jugement éclairé sur les incidences possibles de ces faits.

Unité 1:

La vie: une question d'organisation

Objectif terminal d'unité:

Associer le phénomène de la vie à une organisation particulière.

Sujets susceptibles d'intéresser les élèves et pouvant servir d'amorce à cette unité:

— Les virus sont-ils vivants?

— Une molécule chimique est-elle vivante?

— Les cristaux sont-ils vivants?

— Peut-on fabriquer un être vivant?

— Se peut-il que l'ADN soit l'unité de base organisée et fonctionnelle de tout vivant?

— Autres.

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires	Contenu d'apprentissage
1. Démontrer que l'être vivant possède des caractéristiques qui lui sont propres.	1.1 Dresser une liste des caractéristiques des êtres vivants à la suite de l'observation d'êtres vivants et d'objets inanimés.	Des caractéristiques du vivant: — besoin d'énergie — mouvement — réaction à des stimulis — croissance et développement — reproduction — variation — dépense d'énergie — adaptation — respiration — etc.
	1.2 Énoncer des hypothèses sur les caractéristiques qui permettent de distinguer un être vivant d'un objet inanimé.	Les hypothèses des élèves.
	1.3 Vérifier les hypothèses les plus plausibles.	Les caractéristiques trouvées par les élèves. Des réactions à des stimulis: — réaction au toucher — changement de température
	1.4 Dégager un ensemble de caractéristiques permettant de distinguer le vivant du non vivant.	Les principales caractéristiques du vivant: — le protoplasme — la cellule — la respiration — le besoin d'énergie — la croissance — la forme et la taille — la durée de vie — la reproduction — l'irritabilité — l'équilibre — la variation — l'adaptation

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires	Contenu d'apprentissage
2. Démontrer que des fonctions vitales sont communes à tous les vivants	2.1 Identifier, suite à l'observation des principales composantes anatomiques d'un individu, les diverses activités nécessaires au maintien de la vie.	Chez le vivant, les principaux organes et leurs fonctions.
	2.2 Énoncer, après avoir regroupé les activités du vivant en fonction de leur but premier, des hypothèses relatives aux fonctions vitales d'un organisme.	Les hypothèses des élèves sur les trois (3) fonctions vitales d'un organisme.
	2.3 Vérifier expérimentalement, chez plusieurs vivants, une activité physiologique reliée à une fonction vitale.	La digestion/ingestion. La respiration.
	2.4 Dégager, pour chacune des fonctions vitales, des liens entre les organes, les systèmes et les principales fonctions d'un organisme.	Un tableau-synthèse pour chaque fonction vitale.
3. Démontrer que le vivant possède une organisation plus complexe que celle du non vivant	3.1 Décrire les niveaux d'organisation du vivant et du non vivant.	Organisation du vivant (corps humain): — atome — molécules — matière vivante — organite — cellule — tissu — organe — système — organisme Organisation du non vivant (cristaux, craie): — atome — molécules — matière inerte Définition et exemple.
	3.2 Énoncer des hypothèses sur les niveaux d'organisation qui permettent de distinguer le vivant du non vivant.	Les hypothèses des élèves.

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires	Contenu d'apprentissage
4. Démontrer que, dans l'état actuel de nos connaissances, la cellule est l'unité de base organisée et fonctionnelle de tout vivant.	3.3 Vérifier les hypothèses les plus plausibles.	Mérotomie. Des hypothèses vérifiables des élèves.
	3.4 Préciser le niveau d'organisation qui semble le plus apte à distinguer le vivant du non vivant.	La cellule: unité de base de la vie. Texte sur la théorie cellulaire.
	4.1 Observer que tout être vivant est constitué de cellules.	Le microscope. Unicellulaires. Tissus animaux et végétaux.
	4.2 Énoncer des hypothèses sur la capacité des cellules à vivre.	Les hypothèses des élèves.
	4.3 Vérifier les hypothèses les plus plausibles.	Les fonctions vitales chez des unicellulaires.
	4.4 Associer la réalisation des fonctions vitales de la cellule à la présence d'organites.	Description et fonctions des organites intracellulaires: — mitochondrie — ribosome — vacuole — réticulum endoplasmique — noyau — etc. Échanges de la cellule avec son milieu: — diffusion — osmose.

Unité 2:

La vie: une question de continuité

Objectif terminal d'unité:

Associer le phénomène de la vie à un processus de continuité.

Sujets susceptibles d'intéresser les élèves et pouvant servir d'amorce à cette unité:

— Les manipulations génétiques représentent-elles un danger?

— Le clonage et la perte d'identité?

— La vie sur d'autres planètes. Est-ce possible?

— Autres.

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires	Contenu d'apprentissage
5. Démontrer que l'apparition de la vie sur la Terre peut être le résultat d'une évolution biochimique.	5.1 Énoncer des hypothèses sur l'origine de la vie sur la Terre. 5.2 Discuter de la valeur de chaque hypothèse. 5.3 Connaître les conditions physico-chimiques présentes vraisemblablement au moment de la formation de la Terre. 5.4 Connaître les composantes biochimiques majeures qui caractérisent la cellule.	Les différentes théories ou hypothèses des élèves sur l'origine de la vie sur la Terre. Les hypothèses des élèves. Théorie sur la formation de la Terre. États de l'atmosphère primitive: CH_4, NH_3, H_2O, CO_2. Idée générale de l'organisation chimique des caractéristiques et du rôle: — des glucides — des lipides — des protides — des acides nucléiques (ADN/ARN)

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires	Contenu d'apprentissage
	5.5 Énoncer des hypothèses sur les étapes à franchir pour favoriser la formation d'une première cellule à partir des conditions de la Terre primitive.	Le scénario des élèves.
	5.6 Vérifier la faisabilité des étapes ayant favorisé l'apparition de la vie sur Terre.	Les expériences de Miller, Fox, Calvin, Wilson, . . . Les textes récents (argile, glace, . . .). Les coacervats.
	5.7 Faire une synthèse des hypothèses concernant l'apparition de la vie sur Terre.	— La Génération spontanée. — L'hypothèse d'Oparine et les ajustements. — La Panspermie. — Le Créationisme. — L'Évolution. — Etc.
6. Démontrer l'existence de structures communes à tout mode de reproduction.	6.1 Décrire divers modes de reproduction chez le vivant.	Reproduction sexuée: — chez l'humain — chez la plante — . . . Reproduction asexuée: — scissiparité — bourgeonnement — fragmentation — . . .

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires	Contenu d'apprentissage
	6.2 Énoncer des hypothèses sur les structures communes à ces modes de reproduction.	Les hypothèses des élèves.
	6.3 Vérifier l'universalité des chromosomes chez le vivant.	Le noyau. Le chromosome. La mitose.
7. Démontrer que dans la reproduction des structures génétiques assurent la continuité de la vie.	7.1 Décrire les structures génétiques qui assurent la transmission des caractères.	Chromosome/gène/ADN.
	7.2 Énoncer des hypothèses sur les mécanismes de transfert des gènes.	Le scénario des élèves.
	7.3 Vérifier que le transfert des gènes d'un parent à sa progéniture nécessite certains mécanismes cellulaires et se fait selon les lois de l'hérédité (Lois de Mendel).	Gamétogénèse Méiose. Lois de Mendel. Problèmes de génétique: monohybridisme, hérédité liée aux chromosomes sexuels, . . . Duplication de l'ADN.
	7.4 Associer le rôle des structures génétiques à la transmission des éléments caractérisant les vivants.	Étude de cas de maladies/anomalies génétiques.

Unité 3:

La vie: une question d'énergie

Objectif terminal d'unité:

Associer le phénomène de la vie à des mécanismes de transformation de l'énergie.

Sujets susceptibles d'intéresser les élèves et pouvant servir d'amorce à cette unité:

— La chlorophylle: source d'énergie de demain?

— La fabrication du vin?

— La biomasse: source d'énergie?

— Autres.

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires	Contenu d'apprentissage
8. Démontrer que l'énergie est accessible aux vivants.	8.1 Identifier, après avoir étudié une chaîne alimentaire, les différentes sources d'énergie chez les vivants.	Chaîne alimentaire: producteurs — consommateurs — décomposeurs. Sources d'énergie: hétérotrophes — autotrophes. Types d'énergie: énergie chimique — énergie solaire.
9. Démontrer l'existence de mécanismes de transformation de l'énergie chez les autotrophes.	9.1 Déterminer à partir des besoins d'une plante la source d'énergie première chez les autotrophes.	La définition du mot autotrophe: organisme qui synthétise des aliments organiques à partir de substances inorganiques. Les besoins d'une plante: CO_2, H_2O, sels minéraux, soleil. Le soleil: source d'énergie première.

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires	Contenu d'apprentissage
	9.2 Énoncer des hypothèses sur le mécanisme permettant aux autotrophes de capter et de transformer l'énergie nécessaire à leur fonctionnement.	Les hypothèses des élèves.
	9.3 Vérifier expérimentalement, à partir de ses produits, l'activité photosynthétique d'une plante.	Les produits de la photosynthèse: 0_2, amidon, H_2O. L'activité des stomates.
	9.4 Décrire le mécanisme de la photosynthèse.	Les substances nécessaires: eau, CO_2, lumière, sels minéraux. Les produits formés: O_2, amidon. L'équation chimique: $6\ CO_2 + 12\ H_2O + E$ $C_6H_{12}O_6 + 6\ H_2O + 6\ O_2$ La photosynthèse: processus par lequel l'énergie lumineuse est utilisée pour fabriquer, à partir de substances inorganiques, des substances organiques complexes.
10. Démontrer l'existence de mécanismes de transformation de l'énergie chez les hétérotrophes.	10.1 Déterminer à partir des besoins nutritifs la source d'énergie nécessaire aux hétérotrophes.	La définition du mot hétérotrophe: organisme qui ne peut synthétiser sa propre nourriture. Les besoins nutritifs: — glucides — lipides — protides — sels minéraux — vitamines — eau Le glucose: source d'énergie principale.

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires	Contenu d'apprentissage
	10.2 Énoncer des hypothèses sur le(s) mécanisme(s) permettant aux hétérotrophes d'obtenir l'énergie nécessaire à leur fonctionnement.	Les hypothèses des élèves.
	10.3 Vérifier expérimentalement le rôle de la digestion dans la dégradation des aliments.	Les processus mécaniques et chimiques de la digestion.
	10.4 Vérifier expérimentalement à partir de ses caractéristiques l'activité respiratoire d'un hétérotrophe.	La production de CO_2, H_2O chez les vivants. Le besoin en O_2 du vivant.
	10.5 Décrire les mécanismes de la digestion et de la respiration cellulaire.	Les substances nécessaires: glucides, lipides, protides, vitamines, eau, sels minéraux. Les produits formés: CO_2, H_2O, Énergie. L'équation chimique: $C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2$ $6\ CO_2 + 6\ H_2O + E$ La respiration cellulaire: processus qui utilise l'O_2 pour libérer l'énergie emmagasinée dans les nutriments.

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires	Contenu d'apprentissage
11. Démontrer que le maintien de la vie nécessite diverses utilisations de l'énergie chez le vivant.	11.1 Identifier, parmi les fonctions du vivant, des activités nécessitant l'utilisation de l'énergie.	Fonctions: **Nutrition:** — mastication — péristaltisme — digestion — excrétion — synthèse des protéines — métabolisme — photosynthèse **Relation:** — croissance — mouvement — organes des sens **Reproduction:** — mouvement — gamétogénèse — etc. Toutes nécessitent de l'énergie
	11.2 Vérifier (expérimentalement si possible) que ces processus nécessitent de l'énergie.	La contraction musculaire. La bioluminescence. La bioélectricité.
	11.3 Résumer de façon schématique les mécanismes de transfert de l'énergie utilisée par les vivants de façon à indiquer leurs interrelations.	La circulation de l'énergie dans une chaîne alimentaire.

Unité 4:

La vie: une question d'adaptation.

Objectif terminal d'unité:

Associer le phénomène de la vie à un processus d'adaptation.

Sujets susceptibles d'intéresser les élèves et pouvant servir d'amorce à cette unité:

— Pourquoi les dinosaures sont-ils disparus?

— La disparition d'une espèce?

— Les chances de survie d'un mutant?

— Autres.

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires	Contenu d'apprentissage
12. Démontrer que la diversité des êtres vivants résulte de variations biologiques.	12.1 À l'aide de clés de classification, découvrir la diversité des vivants.	Les principes de classification: — dichotomie; — base structurale; — base biochimique; — nomenclature binominale.
	12.2 Énoncer des hypothèses sur les causes possibles de cette diversité.	Les hypothèses des élèves.
	12.3 Vérifier que les variations biologiques entraînent une diversité chez les êtres vivants.	Définition de variation biologique. Variation d'un caractère. Courbe normale de distribution.

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires	Contenu d'apprentissage
13. Démontrer que les variations biologiques permettent l'adaptation des individus aux conditions de vie du milieu.	13.1 Observer que le milieu des vivants varie continuellement.	Types de changements dans le milieu environnant: — physiques — chimiques — biologiques Exemples: — urbanisation — saisons — évolution
	13.2 Énoncer des hypothèses sur les conséquences des changements du milieu chez le vivant.	Les hypothèses des élèves.
	13.3 Vérifier que l'adaptation des vivants aux changements de leur milieu est rendue possible grâce aux variations biologiques.	Les choix du vivant lors d'un changement du milieu: mourir, changer de milieu, demeurer, s'adapter. L'étude de cas où une espèce a dû s'adapter à une modification de son milieu. Adaptation papillons/pollution.
14. Démontrer que le processus d'adaptation favorise l'évolution et la survie des espèces vivantes.	14.1 Se documenter sur les principales hypothèses de l'évolution des espèces pour en connaître les points essentiels.	Les théories de l'évolution des espèces: — théorie de Lamarck — théorie de Darwin — théorie de Hugo de Vries — théorie du néo-Darwinisme — théorie synthétique — etc.
	14.2 À partir de ces théories, construire des scénarios plausibles de l'évolution d'un vivant.	Les scénarios des élèves.

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires	Contenu d'apprentissage
	14.3 Identifier des facteurs pouvant influencer l'évolution d'une espèce.	Facteurs génétiques: mutation. Facteurs géographiques: isolement. Facteurs anatomiques: structure. Facteurs écologiques: milieu.
	14.4 Dégager, à partir de l'étude de cas, l'importance du processus d'adaptation dans les mécanismes de l'évolution.	Évolution d'une espèce: cheval, . . .

Module II

L'équilibre

Objectif général:

Par la découverte de certains mécanismes régulateurs, l'élève structurera graduellement le concept « équilibre » pour qu'à la suite de l'exploration de certains problèmes mettant en cause sa qualité de vie, il puisse prendre une position éclairée et réagir.

Unité 1:

Équilibre d'un organisme.

Objectif terminal d'unité:

Associer l'équilibre d'un organisme aux activités régulatrices résultant de l'interaction de ses composantes.

Sujets susceptibles d'intéresser les élèves et pouvant servir d'amorce à cette unité:

— Le stress et ses effets biologiques?

— L'abus de médicaments?

— Les agressions contre l'organisme?

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires	Contenu d'apprentissage
15. Démontrer que tout vivant est formé d'un ensemble d'éléments en interaction.	15.1 Définir à l'aide de ses caractéristiques la notion de système. 15.2 Associer les composantes du vivant aux caractéristiques d'un système.	La définition d'un système: ensemble d'éléments en interaction, organisé en fonction d'un but. Les caractéristiques structurales et fonctionnelles d'un système. L'approche systémique. **Caractéristiques d'un système** / **Composantes du vivant** — limites — peau — membrane cellulaire — éléments — organes — organites — réservoirs — graisse — glycogène — vacuoles — réseau de communication — nerfs — vaisseaux sanguins — cytoplasme — ergastoplasme — flux d'énergie — glucose — ATP d'information — hormones — influx nerveux — gènes de matière — « x »g de sels minéraux — « x »g de protéines — vannes — foie — enzymes — délais — temps de réaction de... — temps de réaction de... — boucle de rétroaction — hormones — activité enzymatique

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires	Contenu d'apprentissage
	15.3 Pour chacun des niveaux d'organisation de la matière, relever des composantes en interaction.	Choisir des éléments en interaction: **Des systèmes:** système nerveux vs système musculaire. **Des organes:** cerveau vs muscles. **Des cellules:** cellules nerveuses vs cellules musculaires. **Des organites:** mitochondrie vs myofibrille.
16. Démontrer que l'interaction entre les composantes du vivant est régie par une activité régulatrice.	16.1 À partir de l'observation de réactions à des stimuli chez le vivant, décrire des réactions physiologiques.	Laboratoires sur des réactions aux stimuli: — adrénaline et rythme cardiaque — daphnie/substances chimiques
	16.2 Énoncer des hypothèses sur la nature des interactions entre les composantes anatomiques impliquées.	Les hypothèses des élèves.
	16.3 Vérifier, par l'étude de mécanismes physiologiques, l'existence d'interactions entre les composantes du vivant.	Des mécanismes physiologiques: — la régulation du Ca sanguin — la régulation du rythme respiratoire — le réflexe — etc.

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires	Contenu d'apprentissage
	16.4 Dégager, à partir des observations antérieures, le principe de fonctionnement des activités régulatrices nerveuses et endocriniennes.	Principe: action — réaction — rétroaction. Activités nerveuses: message nerveux: influx nerveux. Activités endocriniennes: message chimique: hormones.
17. Démontrer que des activités régulatrices assurent l'équilibre d'un organisme.	17.1 Décrire des perturbations d'un organisme, à partir de situations de la vie courante.	— Stress — Obésité — Rhume — Maladie — Alcoolisme — Drogue — SIDA — « Burn out » — Etc.
	17.2 Énoncer des hypothèses sur les mécanismes mis en jeu pour réagir à ces perturbations.	Les scénarios des élèves.
	17.3 Vérifier les hypothèses les plus plausibles.	Textes sur les sujets choisis à l'objectif terminal numéro 17.1.
	17.4 Associer l'équilibre d'un organisme à ses activités régulatrices.	Notions d'homéostasie: constance du milieu intérieur. Systèmes régulateurs: — nerveux — hormonaux Réactions au stress négatif: — maladies d'adaptation — symptômes Thérapies et solutions possibles pour quelques perturbations choisies par les élèves.

Unité 2:

Équilibre d'un écosystème.

Objectif terminal d'unité:

Associer l'équilibre d'un écosystème aux activités régulatrices résultant de l'interaction de ses composantes.

Sujets susceptibles d'intéresser les élèves et pouvant servir d'amorce à cette unité:

— Les conséquences écologiques d'une guerre nucléaire?

— La dépollution de nos rivières?

— L'urbanisation et l'écologie?

— Autres.

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires	Contenu d'apprentissage
18. Démontrer qu'un écosystème est un ensemble d'éléments en interaction.	18.1 À partir de l'observation d'un écosystème au choix, distinguer les éléments du biotope de ceux de la biocénose.	L'organisation de la biosphère: — biosphère — biôme — écosystème — communauté — population — organisme Le choix d'un écosystème: — du biotope: — climat — altitude — sol — etc. — de la biocénose: — types de vivants — caractéristiques: abondance dominance diversité

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires	Contenu d'apprentissage
	18.2 Relever des données quantitatives et qualitatives sur les différentes composantes de l'écosystème choisi.	Les caractéristiques, au niveau de l'écosystème choisi: — du sol: pH, humidité, . . . — du climat: rayonnement solaire, précipitations, . . . — des vivants: nombre, espèce, . . . — etc.
	18.3 Vérifier expérimentalement, si possible, le rôle écologique de certains facteurs biotiques et abiotiques.	Fonctions des éléments biotiques et abiotiques retenus.
	18.4 Identifier à partir des rôles écologiques, les types d'interactions entre les différentes composantes d'un écosystème.	Types de relations: — vivant/vivant: commensalisme, parasitisme, . . . — vivant/non vivant: plante, sol, . . . — non vivant/non vivant: température, eau, . . .
	Note: Il serait souhaitable de mener parallèlement l'objectif terminal 20.	
19. Démontrer que les interactions vivant/non vivant constituent une activité régulatrice d'un écosystème.	19.1 Décrire, dans l'écosystème choisi, des interactions entre le vivant et le non vivant.	Des exemples de types de relation observés dans l'écosystème choisi.
	19.2 Énoncer des hypothèses sur les effets d'une modification de ces interactions sur l'écosystème choisi.	Les hypothèses des élèves.
	19.3 Vérifier les effets de ces interactions sur l'équilibre de l'écosystème.	Les observations faites à la suite de la modification de l'un des facteurs abiotiques dans l'écosystème choisi.

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires	Contenu d'apprentissage
	19.4 Dégager, à partir de leurs influences sur les caractéristiques d'un écosystème, l'importance des interactions vivant/non vivant comme activité régulatrice.	Des caractéristiques d'un écosystème: — le climat — les associations de végétaux — les associations d'animaux — l'homogénéité du sol — le transfert cyclique de la matière et de l'énergie — l'équilibre des populations — etc.
20. Démontrer que les interactions vivant/vivant constituent une activité régulatrice d'un écosystème.	20.1 Décrire, dans l'écosystème choisi, des interactions entre les vivants.	Selon l'écosystème choisi. Ex.: prédateur/proie commensalisme etc.
	20.2 Énoncer des hypothèses sur les effets d'une modification de ces interactions sur l'écosystème choisi.	Les hypothèses des élèves.
	20.3 Vérifier les effets de ces interactions sur l'équilibre de l'écosystème choisi.	Les observations faites à la suite de la modification de l'un des facteurs biotiques dans l'écosystème choisi. ou Les laboratoires par la « compétition » (ex.: germination d'une population de graines).
	20.4 Dégager, à partir de leurs influences sur les caractéristiques d'un écosystème, l'importance des interactions vivant/vivant comme activité régulatrice.	Les caractéristiques d'un écosystème: — le climat — les associations de végétaux — les associations d'animaux — l'homogénéité du sol — le transfert cyclique de la matière et de l'énergie — l'équilibre des populations — etc.

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires	Contenu d'apprentissage
21. Démontrer que des activités régulatrices sont nécessaires à l'équilibre d'un écosystème.	21.1 Décrire, à partir de l'actualité, une situation de déséquilibre écologique.	Situations récentes de: — pollution — catastrophe écologique — perturbation de la nature
	21.2 Identifier les activités régulatrices qui sont ou seront perturbées dans l'écosystème délimité.	Les activités régulatrices: — les interactions vivant/vivant — les interactions vivant/non vivant — la circulation de la matière et de l'énergie, etc.
	21.3 Énoncer des hypothèses sur les conséquences à court, moyen et long terme de ce déséquilibre.	Les hypothèses des élèves.
	21.4 Énoncer des hypothèses sur l'ajustement nécessaire des activités régulatrices pour rétablir l'équilibre de l'écosystème.	Les hypothèses des élèves.
	21.5 Vérifier, à l'aide de l'étude de cas similaires, l'ajustement des activités régulatrices pour le maintien de l'équilibre de l'écosystème.	Étude de cas: cas similaires déjà traités et ayant fait l'objet de rapports et d'études.
22. Associer la qualité de vie à l'état d'équilibre tant chez un organisme que dans un écosystème.	22.1 Définir « qualité de vie ».	Définition de « qualité de vie », selon la documentation disponible et/ou selon les élèves. Exemples: « État de bien-être physique, psychologique, émotif et affectif permettant le plein épanouissement de l'individu dans son environnement » « État de bien-être physique et mental »

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires	Contenu d'apprentissage
	22.2 Identifier des facteurs pouvant perturber la qualité de vie.	Facteurs génétiques: maladies héréditaires. Facteurs physiologiques: cancer, malnutrition, mauvaise hygiène, inactivité, surmédication, . . . Facteurs psychologiques: stress, préoccupations, burn-out, maladies, . . . Facteurs physiques: température, territoire, oxygénation. Facteurs sociaux: surpopulation, menace nucléaire, chômage, terrorisme. Facteurs écologiques: pollution, séisme, modification du milieu par l'homme, nucléaire.
	22.3 Énoncer, en regard de ces facteurs, des interventions favorables au maintien de la qualité de vie.	À déterminer selon les discussions des élèves: — interventions individuelles — interventions collectives — interventions gouvernementales — interventions techniques — interventions thérapeutiques — interventions écologiques — etc.

Module III

Sujets d'exploration

Objectif général:

Par l'exploration de sujets d'actualité, l'élève perfectionnera certaines attitudes et habiletés tout en acquérant des connaissances sur certains faits ou phénomènes relatifs à la vie et à l'équilibre.

Objectif terminal:

Explorer au moins un problème relatif à la vie et un problème relatif à l'équilibre.

Objectifs intermédiaires	Problèmes relatifs à la vie	Problèmes relatifs à l'équilibre
23.1 Poser le problème qui l'intéresse de façon précise et concise. 23.2 Explorer le problème en appliquant un processus de résolution de problème (méthode scientifique). 23.3 Communiquer clairement les résultats selon un mode de son choix.	— Avortement. — Biomasse et énergie. — Bionique. — Cellules reproductrices: banque de. . . — Cryogénie.	— Adaptation au climat. — Agro-alimentaire. — Civilisation humaniste et conséquences. — Dépollution. — Disparition d'une espèce. — Drogues.

Objectifs intermédiaires	Problèmes relatifs à la vie	Problèmes relatifs à l'équilibre
23.4 Faire connaître le cheminement des découvertes et des productions (aspect historique). 23.5 Faire ressortir, s'il y a lieu, la complexité du problème, les controverses qu'il suscite, les incertitudes qui subsistent et les limites. 23.6 Inventorier des répercussions pour lui et pour la société. 23.7 S'il y a lieu, faire part de la façon selon laquelle il peut s'impliquer. 23.8 Faire part de la contribution de la Science et de celle de la Technologie. Etc.	— Énergie: ses effets sur les vivants. — Espèces nouvelles: création d'. . . — Eugénisme. — Euthanasie. — Évolution de l'Homme. — Fertilisation in vitro (bébé éprouvette). — Guerre bactériologique. — Immortalité. — Maladies héréditaires. — Manipulations génétiques. — Molécules organiques: complexité des. . . — Rajeunissement. — Reproduction: modes particuliers: — clonage — parténogénèse — Sélection et élevage. — Taxonomies. — Transplantation d'organes. — Vie: création de la vie en laboratoire.	— Énergie: rendement énergétique des forêts. — Énergie nucléaire. — Guerre biologique. — L'Homme de demain. — L'urbanisation. — Maladies. — Nutrition chimique. — Pluies acides. — Pollution: types de. . . — Stress. — Surpopulation. — Sur-utilisation des médicaments. — Autres.

Objectifs intermédiaires	Problèmes relatifs à la vie	Problèmes relatifs à l'équilibre
	— Vie: sur d'autres planètes. — Vie: concept de vie basé sur un atome autre que le carbone. — Virus: cas limite. — Problèmes pouvant servir d'amorce aux unités 1, 2, 3 et 4. — Autres.	

Module intégrateur

Attitudes et habiletés

Objectif général:

Perfectionner certaines attitudes et habiletés en découvrant et explorant certains faits ou phénomènes relatifs à la vie et à l'équilibre.

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires	Contenu d'apprentissage
A. Améliorer son mode de penser et d'agir en perfectionnant des attitudes et des habiletés associées à la méthode scientifique.	A.1 Avoir le goût de participer activement à sa démarche de connaissance.	
	A.2 Manifester le souci d'améliorer sa méthode de travail.	
	A.3 Manifester sa curiosité à l'égard de phénomènes d'ordre biologique.	Curiosité
	A.4 Être capable de s'émerveiller devant des faits ou phénomènes biologiques.	Sens de l'émerveillement
	A.5 Être spontané au cours de ses observations et de ses expériences.	Spontanéité Originalité
	A.6 Montrer un esprit inventif pour résoudre des problèmes.	Créativité
	A.7 Renforcer sa persévérance en regard d'un problème difficile à résoudre.	Persévérance

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires	Contenu d'apprentissage
	A.8 Être capable de prendre des initiatives au cours des activités scientifiques.	Esprit d'initiative
	A.9 Prendre le goût de se documenter.	Recherche de la vérité
	A.10 Manifester le souci de communication correctement et avec exactitude, oralement et par écrit.	Perfection
	A.11 Manifestation de la satisfaction et de la confiance en soi.	Honnêteté
	A.12 Laisser libre cours à son intuition lors d'expériences.	Intuition
	A.13 Savoir être attentif en classe.	Concentration
B. Poursuivre son intégration dans la société en tant que citoyen éclairé, responsable et engagé	B.1 Avoir le goût de contribuer au développement collectif.	Sens social
	B.2 Se sentir responsable de ses gestes en tant que citoyen à part entière.	Sens des responsabilités
	B.3 Prendre conscience du rôle social qu'ont les sciences biologiques par leur activité technologique.	Sens social
	B.4 Prendre conscience de la contribution des sciences biologiques à la compréhension de la réalité.	
	B.5 Réfléchir sur les conséquences d'une plus grande prise en charge du citoyen par les sciences biologiques et leur technologie.	

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires	Contenu d'apprentissage
	B.6 Voir les incidences des sciences biologiques et de leur technologie sur la vie quotidienne, sur la société et sur l'environnement.	
	B.7 Prendre conscience que les sciences biologiques évoluent en fonction du contexte socio-économique et culturel.	Ouverture d'esprit
	B.8 Voir des applications positives des sciences biologiques.	
	B.9 Prendre conscience des limites des sciences biologiques.	
	B.10 Conserver une certaine autonomie face à la prolifération d'objets techniques.	Autonomie Objets techniques d'ordre biologique Jugement critique
	B.11 Se donner un code d'éthique en ce qui concerne la manipulation de végétaux et d'animaux.	
C. Continuer à s'initier aux exigences de la vie de groupe.	C.1 Témoigner du respect et de la tolérance envers autrui.	
	C.2 S'acquitter de ses responsabilités dans la réalisation d'un travail de groupe.	
	C.3 Se montrer réceptif aux idées des autres.	
	C.4 Écouter et évaluer objectivement les propositions, commentaires et objections venant des autres.	

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires	Contenu d'apprentissage
	C.5 Poser des questions pour s'assurer qu'il comprend bien la communication des autres.	
	C.6 Se montrer prudent dans ses affirmations.	Jugement critique
	C.7 Accepter des points de vue qui contredisent les siens et changer d'opinion, s'il y a lieu.	Ouverture d'esprit Honnêteté Humilité
	C.8 Solliciter l'évaluation de ses collègues et de l'enseignant.	
D. Satisfaire sa curiosité à l'égard de faits ou phénomènes biologiques en renforçant des habiletés associées à la méthode scientifique.	D.1 Obtenir le plus d'informations possible sur un ou des fait(s) au moyen de ses sens.	Observation
	D.2 Classifier, ordonner, comparer des éléments et des faits.	Classification Ordonnancement Sériation Comparaison
	D.3 Faire des inférences au sujet de faits et phénomènes biologiques.	Inférence
	D.4 Émettre des prédictions à partir d'un certain nombre de données.	Prédiction — par extrapolation — par interpolation
	D.5 Situer un fait ou phénomène dans l'espace et dans le temps.	Espace-temps
	D.6 Établir des analogies pour établir des idées, structurer des concepts.	Analogies
	D.7 Diversifier ses modes de communication.	Modes de communication

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires	Contenu d'apprentissage
	D.8 Élaborer ses propres critères d'évaluation et faire l'auto-évaluation de son travail.	Évaluation
	D.9 Poser un problème de façon claire, précise et concise.	Définition d'un problème
	D.10 Formuler une ou des explication(s) à un problème à résoudre.	Formulation d'hypothèses
	D.11 Planifier adéquatement ses expériences et les réaliser.	Planification et réalisation d'expériences
	D.12 Consulter diverses sources d'information pertinentes.	Cueillette d'informations
	D.13 Relier les résultats de ses recherches à une explication pour la confirmer ou l'infirmer.	Analyse
	D.14 En présence d'une explication infirmée, formuler une nouvelle explication.	
	D.15 En présence d'une explication confirmée, tirer les conclusions qui s'imposent.	Formulation d'une conclusion
	D.16 Communiquer ses résultats de façon précise et concise.	Communication
E. Améliorer sa méthode de travail en s'initiant à certaines techniques ou en les maîtrisant mieux.	E.1 Illustrer, décrire, reproduire à l'aide de techniques particulières.	Tableau Schéma Figure Histogramme Graphique Etc.

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires	Contenu d'apprentissage
	E.2 Lire et interpréter des schémas, tableaux, histogrammes et graphiques.	
	E.3 Mesurer avec exactitude.	
	E.4 Utiliser adéquatement un microscope.	Mise au point et réglage Montage de lames et lamelles Coloration Etc.
	E.5 Exécuter avec méthode et respect des techniques qui impliquent des vivants.	Préparation de cultures Germination Bourgeonnement Fragmentation Dissection Mérotomie Dégagement de fragment de peau Etc.
	E.6 Utiliser des appareils qui permettent d'obtenir des données relatives à diverses fonctions du corps humain.	Myographe Etc.
	E.7 Utiliser et construire une clé d'identification.	
	E.8 Reproduire divers écosystèmes en vivarium.	Aquarium Terrarium
	E.9 Solutionner des problèmes de génétique.	
	E.10 Réaliser avec méthode des techniques qui impliquent des solutions.	Mélange Décantation Chauffage Notation de pH Etc.

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires	Contenu d'apprentissage
	E.11 Se servir adéquatement d'instruments d'usage relativement courant en laboratoire.	Éprouvette Bécher Pinces Brûleur Thermomètre Compte-gouttes Etc.
	E.12 Appliquer des mesures de sécurité.	
	E.13 Photographier plutôt que prélever.	

L'évaluation

L'évaluation faisant partie intégrante de l'enseignement, un programme d'études ne saurait être complet s'il ne faisait état des modes d'évaluation qui lui sont propres.

Un modèle complet d'évaluation comporte au moins deux types d'évaluation: l'évaluation formative et l'évaluation sommative.

L'évaluation formative

L'évaluation formative a pour but de fournir à l'enseignant et à l'élève des indications sur le degré d'atteinte d'un objectif et sur les causes des difficultés rencontrées. Elle sera utilisée en vue d'évaluer le progrès d'un élève et d'apporter les correctifs appropriés si nécessaire. Elle n'a pas pour but d'attribuer des notes à l'élève.

Cette évaluation doit alors être intégrée à l'enseignement de façon, d'une part, à aider l'enseignant dans le choix de ses stratégies d'enseignement et, d'autre part, à faire prendre conscience à l'élève de ses difficultés dans le but d'améliorer l'efficacité de l'enseignement et de l'apprentissage.

Ce type d'évaluation peut se faire à l'aide d'instruments comme des grilles d'observation, des feuilles de route, des exercices de contrôle, etc.

L'enseignant étant un intervenant important dans la démarche d'apprentissage de l'élève, c'est à lui que revient la responsabilité de déterminer les moments les plus opportuns d'évaluer ses élèves. Il lui revient aussi d'élaborer les instruments d'évaluation qui répondent le mieux possible aux besoins particuliers de ses élèves et de déterminer le seuil de réussite attendu.

L'évaluation sommative

L'évaluation sommative, elle, sert à informer l'élève et l'enseignant sur le degré de maîtrise d'un ensemble d'objectifs. Elle sert également à attribuer des notes scolaires à l'élève à la fin d'une séquence d'apprentissage. Il importe de se rappeler que la politique de certification du ministère de l'Éducation fixe le seuil de réussite à 60%.

Afin de s'inscrire dans l'approche scientifique que privilégie le programme, les situations qui serviront à évaluer les élèves devront être de même nature que les situations d'apprentissage exploitées pour l'atteinte des objectifs.

En ce qui a trait à l'évaluation de la capacité d'appliquer la méthode scientifique, elle peut prendre diverses formes: une co-évaluation (enseignant-élève), une auto-évaluation par l'élève, une évaluation par les pairs, un rapport de laboratoire, un examen-synthèse, etc. On décèle actuellement un souci d'évaluer ce contenu d'apprentissage avec le plus de justesse possible. L'expertise est cependant encore bien limitée.

Ce type d'évaluation relève à la fois de la commission scolaire et de l'enseignant qui devront élaborer des instruments de mesure valides.

L'approche pédagogique sous-jacente au programme

Les objectifs du programme privilégient une démarche qui fait de l'enseignement de la biologie un instrument susceptible d'aider les jeunes à mieux comprendre certains faits et phénomènes biologiques, à prendre position en regard de ces derniers et à s'impliquer aussi socialement afin d'améliorer la qualité de vie. Ceci exige alors de choisir les situations d'apprentissage les plus propices à l'application d'une approche de résolution de problèmes et à l'exploration de sujets qui intéressent les élèves.

L'approche évaluative

Jusqu'à présent, en sciences, l'évaluation s'est surtout préoccupée de l'acquisition de connaissances par l'élève. La réalité contemporaine démontrant qu'il est pratiquement impossible de suivre le développement des connaissances scientifiques et qu'il est plus important pour tout citoyen d'acquérir un esprit scientifique qui lui permettra, au besoin, de construire par lui-même des connaissances et d'être critique à l'égard de la science, le ministère de l'Éducation a fait un effort pour inscrire ses nouveaux programmes de sciences du primaire et du secondaire dans de telles dimensions. Ce nouveau programme de Biologie générale véhicule ces nouvelles orientations.

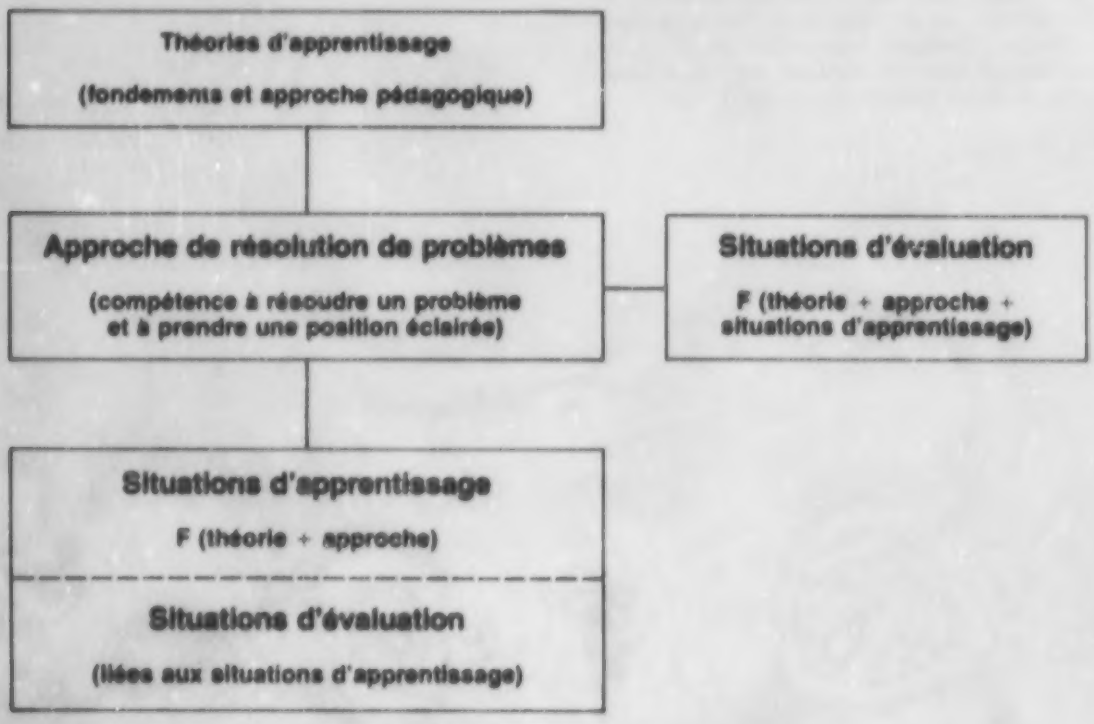
L'évaluation doit alors refléter le mieux possible l'approche scientifique que privilégie ce programme et ne pas être uniquement le reflet d'exercices visant à faire mémoriser aux élèves des connaissances. Le mode d'évaluation doit être en relation étroite au moins avec les objectifs terminaux qui sont spécifiés par les objectifs intermédiaires.

Par conséquent, il faudra qu'il y ait adéquation entre les situations d'apprentissage et les situations d'évaluation, lesquelles peuvent difficilement être dissociées.

Cette adéquation peut être représentée par le schéma de la page suivante.

Évaluation formative

Évaluation sommative


Théories d'apprentissage
(fondements et approche pédagogique)
Approche de résolution de problèmes
(compétence à résoudre un problème et à prendre une position éclairée)
Situations d'évaluation
F (théorie + approche + situations d'apprentissage)
Situations d'apprentissage
F (théorie + approche)
Situations d'évaluation
(liées aux situations d'apprentissage)

Au cours d'une séquence d'enseignement, par exemple, les élèves ont réalisé plusieurs activités qui leur ont permis d'atteindre un ou plusieurs objectifs. L'enseignant peut, s'il le juge à-propos, se servir de la dernière activité d'apprentissage pour faire l'évaluation formative. C'est ce qui est illustré dans la partie gauche du schéma.

Par ailleurs, lorsqu'il y a lieu de faire l'évaluation sommative, il serait préférable que la mise en situation ait été prévue spécifiquement en fonction de ce type d'évaluation et non en vue d'un apprentissage. La partie droite du schéma illustre cette possibilité.

Les domaines de développement de l'adolescent

De façon générale, l'évaluation se préoccupe des savoirs (connaissances), des savoir-faire (habiletés) et des savoir-être (attitudes) qui sont véhiculés par les objectifs d'apprentissage. En sciences et notamment par le biais de ce programme de Biologie générale, on essaie d'accorder une importance égale à chacun des domaines par lesquels se manifeste l'esprit scientifique.

Le domaine affectif ne doit pas être négligé, même si on a moins d'expertise. Des attitudes, tels le sens de l'objectivité, le sens critique, le sens de l'observation, le sens de la rigueur, etc., témoignent d'un esprit scientifique et peuvent rendre service à tout citoyen. Cependant, l'évaluation dans ce domaine doit plutôt prendre la forme d'une observation qui a pour but d'aider l'élève dans son cheminement. Cette observation peut se faire au moyen de grilles d'intérêts ou de tests d'attitudes.

Quant aux objectifs d'apprentissage relatifs aux habiletés intellectuelles et techniques, ils ont aussi leur importance. Quelqu'un qui est capable d'appliquer la méthode scientifique qui se manifeste par une démarche qui s'apparente à un processus de résolution de problèmes, qui est capable d'observer, de classifier, de mesurer, de prédire, d'inférer, etc., qui sait se servir de certains instruments de mesure, d'observation, etc., témoigne aussi d'un esprit

scientifique. L'évaluation dans ce domaine prendra souvent aussi la forme d'une observation pour aider l'élève dans son cheminement. Cette observation pourra se faire à l'aide d'épreuves à correction objective ou subjective, de fiches d'appréciation et de rapports d'excursion ou de laboratoire.

Un esprit scientifique se manifeste enfin par un certain bagage de connaissances. La mesure des savoirs qui comprend la connaissance, la compréhension et l'application pourra se faire à l'aide d'épreuves à correction objective ou subjective. Les enseignants sont beaucoup plus familiers avec ces types de mesure.